

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

⑯ DE 199 37 315 A 1

⑯ Int. Cl. 7:

**B 22 D 17/22**

B 29 C 31/02

B 22 F 3/105

⑯ Anmelder:

Müller Weingarten AG, 88250 Weingarten, DE

⑯ Vertreter:

Patentanwälte Eisele, Dr. Otten, Dr. Roth & Dr. Dobler, 88212 Ravensburg

⑯ Erfinder:

Stummer, Friedrich, Dr.-Ing., 70736 Fellbach, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 197 04 700 C1  
DE 198 31 315 A1  
DE 197 40 502 A1  
DE 197 22 004 A1  
DE 197 07 906 A1  
DE 196 06 210 A1

SPECKENHEUER, Gerhard P.,  
DEISENROTH, Wolfgang:  
Rechnerische Simulation der Temperaturverteilung  
in Druckgießformen. In: Giesserei 76, 1989, Nr.18,  
4. Sept., S.613-615;

## Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Temperierung von Formen

⑯ Es wird ein Verfahren zur Auslegung und Herstellung der Temperierkanäle von thermisch belasteten Formen vorgeschlagen.

Durch Nutzung der mit Hilfe von 3D-CAD-Daten bei der Konstruktion sich ergebenden räumlichen Modelle und dem Einsatz vom Berechnungsprogramm kann eine Thermoanalyse durchgeführt werden. In einem Optimierungslauf werden Lage, Form und Querschnitt von Temperierkanälen ermittelt. Das optimierte Modell kann in CNC-Datensätze umgesetzt werden und werkstoffauftragende Fertigungssysteme, wie Laser-Sintern, steuern bzw. regeln.

Die Temperierkanäle können somit in geometrisch beliebiger Form und Lage hergestellt werden bei bester Anpassung an den Werkstück-Herstellungsprozess.

DE 199 37 315 A 1

DE 199 37 315 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf Formen die bei der Teileproduktion nach dem Druck- oder Spritzgussverfahren Verwendung finden und insbesondere auf ein Verfahren zur Gestaltung und Herstellung von Heiz- und Kühlkanälen in den Formen.

Ein wesentlicher Faktor für die Produktion guter Druck- oder Spritzgussteile ist die Wärmebilanz in der Form. Dabei muss vor Inbetriebnahme die Form vorsichtig erwärmt und während der Produktion, zur Vermeidung örtlicher Überhitzung, gekühlt werden. Dieser Temperierungsprozess erfordert grösste Sorgfalt, da die Wärmezu- oder -abfuhr nicht nur die Standzeit der Form verbessert, sondern auch einen wesentlichen Einfluss auf die Teilequalität hat. So ist z. B. für ein lunkerfreies und feinkörniges Gefüge des Gußstückes eine geregelte Erstartung zwingend erforderlich.

## Stand der Technik

Durch Entwicklung moderner Berechnungsmethoden, Meß- und Regelverfahren besteht ein hoher Kenntnisstand über die Wärmeverteilung in einer Form.

Aus der WO 88/02688 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung bekannt, in dem beim Spritzgussprozess eine Vielzahl von Temperatormesstellen und deren einheitliche Überwachung offenbart ist. Gegenstand der Offenbarung ist auch die Analyse der gegenseitigen Beeinflussung der einzelnen Temperaturwerte und eine gemeinsame Regelung aller Messtellen.

Eine messtechnische Erfassung des gesamten Wärmehaushaltes bei der Fertigung von Druckgussteilen wird auch in einem Aufsatz in der Fachzeitschrift "Geisserei 81 (1994) Nr. 13, Seite 452 und 453" beschrieben.

Beiden Veröffentlichungen gemeinsam ist das Ziel die Fertigungssicherheit zu erhöhen und damit die Qualität der Gußteile zu steigern. Keine Lösung wird dagegen für einen in seinem Einfluß ganz wesentlichen Aspekt, nämlich der Optimierung der Heiz- und Kühlkanäle in Querschnitt und Lage aufgezeigt.

Das auch heute noch übliche Herstellverfahren von Formen und Formeinsätzen ist eine spanende Bearbeitung wie Fräsen oder Erodieren, Heiz- und Kühlbohrungen werden durch Bohren mittels Bohrwerkzeugen eingebracht. Damit können nur geradlinige Bohrungen hergestellt werden. Dies ist unbefriedigend, da auf diese Weise nur unvollkommenen geometrischen und thermischen Verhältnissen der herzustellenden Teile und des Herstellungsprozesses entsprochen werden kann. Versuche durch mehrere untereinander verbundene Bohrungen den entstehenden thermischen Verhältnissen zu entsprechen, führen zu einer teuren Bearbeitung bei gleichzeitiger Schwächung der formbildenden Teile und selbst dann ist das Ergebnis nur ein Kompromis. Die Grenzen der mechanischen Bearbeitung durch Bohren der Kanäle zeigt sich auch deutlich im Bereich von schmalen, hohen Rippen wo eine zylindrische Bohrung sowohl problematisch einbringbar ist und darüber hinaus die gestellte Aufgabe keineswegs erfüllt.

## Aufgabe und Vorteil der Erfindung

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen und stellt sich die Aufgabe ein Verfahren vorzuschlagen, welches unter Einbeziehung von Computer-(CA-)Techniken zu einer Optimierung der Gestaltung von Heiz- und Kühlkanälen bei thermisch belasteten Formen führt. Unter Gestaltung ist dabei sowohl die Lage der Kanäle, als auch ihren Verlauf, sowie Querschnittsgröße und Querschnittsform gemeint.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Herstellverfahren für Formen nach dem Oberbegriff des Anspruch 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruch 1 gelöst.

5 Die Erfindung geht dabei von der Tatsache aus, das bereits während der Konstruktionsphase unter Nutzung der CAD-Technik entstandenen Datensätze ein räumliches Formmodell ergeben. In einer mittels Finite Elemente Berechnung durchgeführten Thermoanalyse des Formmodells 10 kann eine Optimierung der Erwärmung bzw. Kühlung der Form simuliert werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen dann als CNC-Datensätze die Herstellung der realen Form. Durch moderne Fertigungsverfahren ist jede technisch sinnvolle Gestaltung der Form und damit der 15 Heiz- und Kühlkanäle möglich. Diese neuen Fertigungstechnologien basieren nicht auf einer abtragenden, spanenden Bearbeitung, sondern durch eine gezielte "Schichtauftragung" (Lom-Verfahren) oder punktuelles "Auftröpfen" (Laser-Sintern) eines Werkstoffes werden die formbildenden 20 Konturen oder Einsätze hergestellt. Diese Technologien sind eine wesentliche Weiterentwicklung der aus der Oberflächentechnik bekannten Verfahren, wie Metallspritzen oder Beschichtungen. Neue Forschungsarbeiten betreffen auch Laser, die sehr kurze Pulse im Picosekundenbereich erzeugen, mit möglichen Anwendungen in der Präzisionsbearbeitung. Als Werkstoff kann beim Laser-Sintern neben organischen oder anorganischen Material auch Metallpulver bzw. Metallschmelze aus Eisen- oder Nichteisenmetall verarbeitet werden. Diese Verarbeitung geschieht in dem ein 25 30 durch 3D-CAD Daten oder den entsprechenden CNC-Daten geregelter Laser Partikel oder Tröpfchen mit hoher Genauigkeit positioniert. Es kann auch eine definierte Menge Pulver als gleichmässige Schicht in der gewünschten Kontur verteilt werden. Ein Laserstrahl wird dann rechnergesteuert rasterförmig über die Schicht geführt, die zuvor bis dicht an ihre Schmelztemperatur erwärmt wurde und durch die Energie des Laserstrahls entsteht eine lokale Verbindung der einzelnen Pulverkörnchen. Der Laserstrahl verfestigt somit die pulversförmigen Substanzen. Statt der Laserbewegung 35 40 kann auch eine Werkstückbewegung erfolgen bei stationärem Laserstrahl. Es kann anschließend ein heissisostatisches Pressen zur Verdichtung und Verfestigung des Gefüges erfolgen. Durch dieses Verfahren entstehen dreidimensionale Objekte direkt aus den Daten der CAD-Konstruktion. Somit 45 ist auch die Herstellung von Heiz- und Kühlkanälen in beliebiger Form, Lage und Verlauf möglich.

Der Kanal in einer schmalen Rippe kann statt eines zylindrischen Querschnittes jetzt auch in ovaler, rechteckiger oder anderer beliebiger Form ausgeführt werden. Das heisst 50 optimale, prozessgeregelte Ausführungen sind möglich. Dieses gilt auch für Sektoren der Form die zuvor nicht erreicht wurden, ebenso wie für einen grosszügiger mit Radien oder anderen "weichen" Übergängen gestalteter Verlauf bei Richtungswechsel.

55 Anhand der zwei Figuren wird diese neue Gestaltungsmöglichkeit bildlich dargestellt.

Diese Figuren zeigen:

Fig. 1 Querschnitt einer Form als "Stand der Technik"

Fig. 2 Querschnitt einer Form in der Gestaltung gemäß 60 der Erfindung

Fig. 1 zeigt beispielhaft den Schnitt durch einen Formteil 1. Durch Pfeil 2 ist der Eintritt der Temperierflüssigkeit, durch Pfeil 3 deren Austritt gekennzeichnet. Insgesamt 8 Bohrungen müssten zur Herstellung der eigentlichen Temperierkanäle 4 eingebracht werden. Nachhaltig ist dabei neben dem hohen Fertigungsaufwand der Einsatz von Stopfen 65 5 deren Verwendung zu den bekannten Dichtproblemen führt, was durch Dehnung und Schrumpfung der Werkstoffe

unter Temperatureinfluss unvermeidlich ist.

Ein weiterer Nachteil ist das die durch Wärmestau besonders gefährdete Zonen **6** nicht mit den Kanälen **4** im erforderlichen Masse erreicht werden. Nur durch Bohrungen in der Formgravur könnte diesem abgeholfen werden, was sich **5** aus Funktions- und Standzeitgründen verbietet.

In guter Anschaulichkeit ist die erforderliche Ausführungsform in **Fig. 2** dargestellt. Es werden dabei auch die entscheidenden Zonen **6** erreicht und damit die Teilqualität verbessert, bei gleichzeitiger Erhöhung der Formstandzeit. **10** Die Verwendung von Stopfen ist nicht erforderlich und der Verlauf des Temperierkanal **7** kann in optimaler Form gewählt werden. Besonders gut erkennbar ist auch der strömungsgünstige Verlauf von Temperierkanal **7**.

Beispielhafte Querschnittsgestaltungen im Verlauf des **15** Temperierkanal **7** zeigen die Darstellungen **8, 9** und **10**.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Sie umfasst auch vielmehr alle Weiterbildungen im Rahmen der Schutzrechtsansprüche. So gilt diese in gleicher Weise auch für anschmelzbare Modelle aus **20** organischen, anorganischen und metallischen Materialen mit integrierten geometrisch vielfältigen Temperierbohrung.

#### Patentansprüche

25

1. Verfahren zur Ermittlung und Herstellung von Temperierkanälen (**7**) in thermisch belasteten Formen (**1**) die durch auftragende Formgebungsverfahren wie Laser-Sintern hergestellt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer ersten theoretischen Phase mittels **30** Thermoanalyse die Anzahl, der Verlauf und die Form der Temperierkanäle ermittelt werden, dass in einer zweiten Phase die Ergebnisse in CNC-Daten umgesetzt werden und das in einer dritten Phase mittels dieser Daten die Regelung einer werkstoffauftragenden Einrich- **35** tung erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verlauf der Temperierkanäle (**7**) in Formen (**1**) beliebiger Form erfolgen kann.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **40** dass der Querschnitt der Temperierkanäle (**7**) in beliebigen Formen gestaltet sein kann.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 3, **dadurch gekennzeichnet** dass der Querschnitt eines Temperierkanal nicht konstant ist. **45**

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

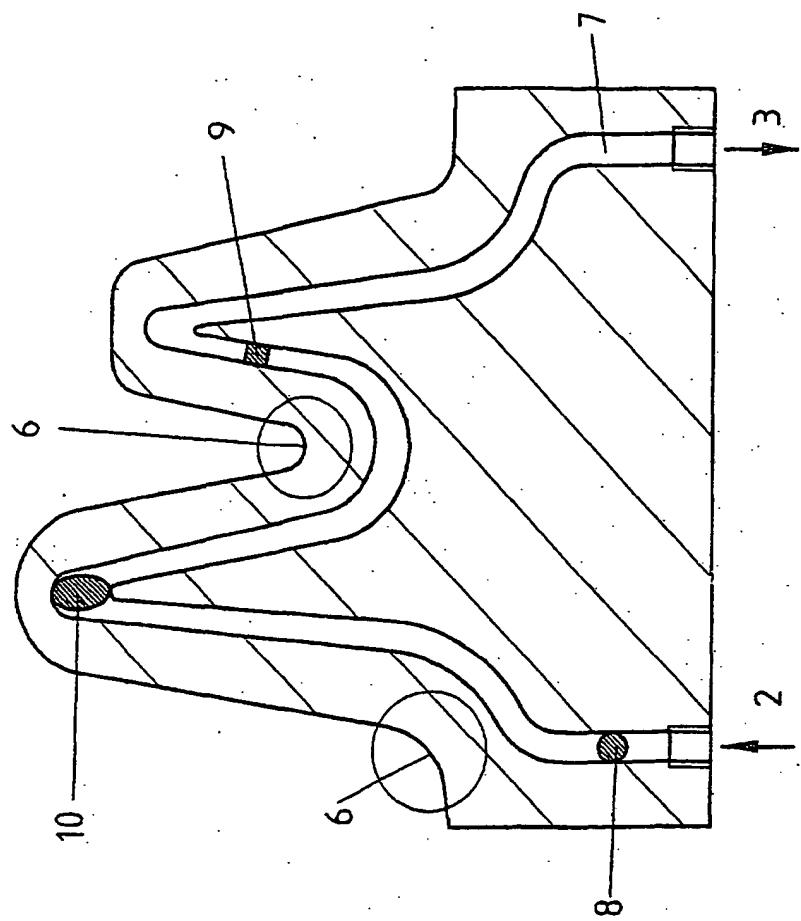


Fig. 2

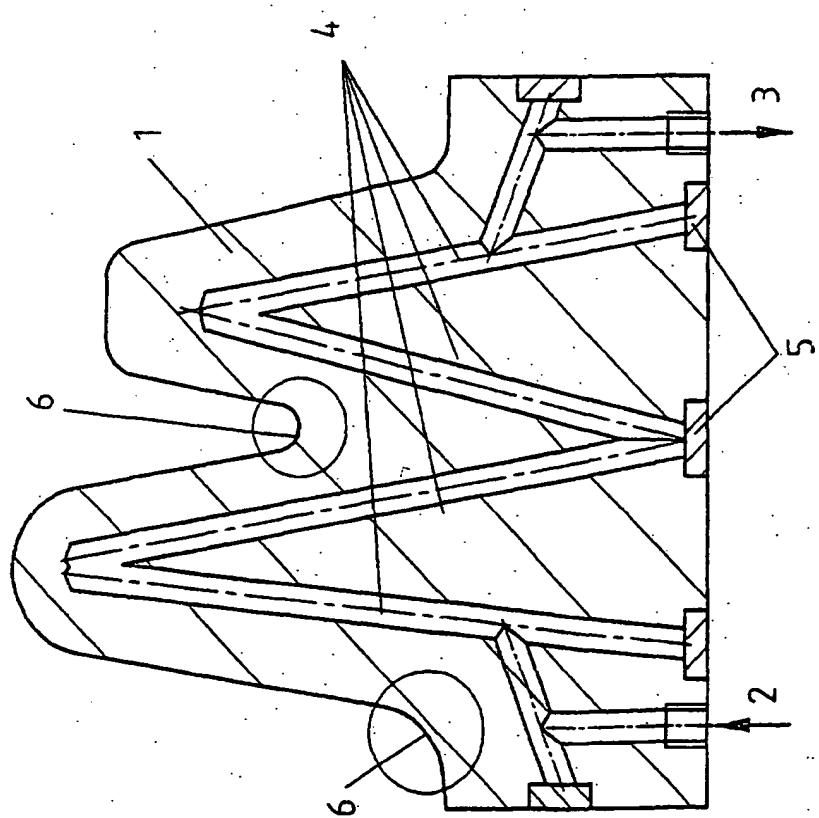


Fig. 1

(19) FEDERAL REPUBLIC  
OF GERMANY

(12) **Unexamined Published Application**  
(10) **DE 199 37 315 A1**

(51) Int. Cl. 7:

**B 22 D 17/22**  
**B 29 C 31/02**  
**B 22 F 3/105**

(Seal)

(21) Application Number: 199 37 315.9  
(22) Application Date: 08/10/1999  
(43) Disclosure Date: 02/22/2001

GERMAN  
PATENT AND  
TRADEMARK OFFICE

(71) Applicant:

Müller Weingarten AG, 88250 Weingarten, DE

(74) Representative:

Patent Attorneys Eisele, Dr. Otten, Dr. Roth & Dr. Dobler, 88212 Ravensburg

(72) Inventor:

Dr.-Ing. Friedrich Stummer, 70736 Fellbach, DE

(56) Published prior art taken into consideration  
for assessing patentability:

DE 197 04 700 C1  
DE 198 31 315 A1  
DE 197 40 502 A1  
DE 197 22 004 A1  
DE 197 07 906 A1  
DE 196 06 210 A1

SPECKENHEUER, Gerhard P.,  
DEISENROTH, Wolfgang:  
Rechnerische Simulation der  
Temperaturverteilung in Druckgießformen  
(Computer Simulation of the Temperature  
Distribution in Diecasting Molds), in: Giesserei  
76, 1989, No. 18, Sept. 4, pgs. 613-615;

The following information has been obtained from the documents submitted by the applicant.  
Examination request according to § 44 PatG (German Patent Act) has been filed.

(54) Tempering of Molds

(57) The invention suggests a method for designing and producing tempered channels in thermally loaded molds.

By utilizing the three-dimensional models created with the aid of 3D CAD data during the design and by using calculation programs, a thermal analysis may be conducted. During an optimization cycle the position, shape and cross-section of tempered channels are determined. The optimized model may be converted into CNC data records and allows additive manufacturing techniques such as laser sintering to be controlled and/or regulated.

The tempered channels can thus be produced in any arbitrary geometric shape and position while achieving the best possible adaptation to the manufacturing process of the work piece.

1  
Description

The invention relates to molds used in the production of parts using the diecasting or injection molding method and especially to a method for designing and producing heating and cooling channels in the molds.

A significant factor in the production of quality diecast or injection molded parts is the thermal balance in the mold. Prior to starting up the mold, it must be carefully heated and during production it must be cooled so as to prevent localized overheating. This tempering process requires utmost care since the addition or elimination of heat not only affects the service life of the mold, but also influences the quality of the parts significantly. For example controlled solidification is absolutely required for obtaining a void-free and fine-grained structure of the molded piece.

State of the Art

Due to the development of modern calculation, measurement and control methods the level of information available about heat distribution in a mold is very high.

From WO 88/02688 we know of a method and a device comprising a plurality of temperature measuring points and their standardized monitoring for an injection molding process. It is also the object of the disclosure to analyze the mutual influence of the individual temperature values and the joint control of all measuring points.

The metrological recordation of the entire thermal economy during the production of diecast parts is also described in an essay in the Magazine "Giesserei 81 (1994), No. 13, pages 452 and 453".

Both publications jointly have the objective of increasing production reliability and hence the quality of the cast or molded parts. In contrast, however, no solution is provided for an aspect that is quite significant in terms of its influence, namely the optimization of the heating and cooling channels in their cross-sections and positions.

The typical manufacturing method for molds and mold inserts, even today, is a machining method, such as milling or erosion; heating and cooling bores are added by means of drilling using drilling tools. This way only straight bores may be produced. This is not satisfactory since the geometric and thermal conditions of the parts that are supposed to be produced and of the manufacturing process can only be met inadequately. Attempts to meet the arising thermal conditions with several interconnected bores lead to expensive machining, while simultaneously weakening the forming sections, and even then the results only represent a compromise. The limits of machining operations due to the boring of the channels also become clearly apparent in the area of narrow, high fins, where a cylindrical bore is both difficult to add and additionally in no way fulfills the task at hand.

Object and Advantage of the Invention

The invention will remedy this and has the object of suggesting a method, which leads to optimized designs of the heating and cooling channels in thermally loaded molds by incorporating computer (CA) techniques. The design here includes both the position of the channels and their course, plus the size and shape of the cross-sections.

2

This object is achieved proceeding from a manufacturing method for molds according to the preamble of claim 1 through the characterizing features of claim 1.

The invention proceeds from the fact that data records already developed during the design phase using CAD technology result in a three-dimensional model. In a thermal analysis of the model, which is performed using a finite element calculation, optimization of the heating or cooling conditions in the mold may be simulated. The knowledge gained from this then enables, in the form of CNC data records, the manufacture of the real mold. Modern manufacturing methods allow any technically reasonable design of the mold and hence of the heating and cooling channels. These new manufacturing technologies are not based on a machining operation, but instead the shaping contours or inserts are produced by applying specific films (LOM method) or by the selective addition (laser sintering) of materials. These technologies are a significant development of the methods known from surface engineering, such as metal spraying or coating. New research work also relates to lasers, which generate very short pulses in the pico-second range, with possible applications being in the precision machining sector. Apart from organic or inorganic materials, also metal powders or molten metals made of ferrous or non-ferrous metals may be used for laser sintering. They are then processed in that a laser particle or a droplet, which is controlled by 3D CAD data or the corresponding CNC data, is positioned with extreme accuracy. It is also conceivable to distribute a defined quantity of powder as an even layer in the desired contour. A laser beam is then guided in a computer-controlled fashion across the layer in grids, the layer having previously been heated until it has almost reached its melting temperature, and the energy of the laser beam then establishes a local bond of the individual powder particles. The laser beam thus solidifies the powdery substances. Instead of moving the laser also the work piece may be moved, while the laser beam remains stationary. Subsequently a high-temperature isostatic pressing operation may be performed to compress and consolidate the structure. This method creates three-dimensional objects directly from the CAD design data. Hence, also the production of heating and cooling channels in any arbitrary shape, position and course is feasible.

Instead of a cylindrical cross-section, the channel in a narrow fin may also have an oval, rectangular or other arbitrary shape. This means that optimal, process-controlled versions are possible. The same also applies to sections of the mold, which previously were not accessible, as well as to a more generous course including radii or other "soft" transitions in the case of a change in direction.

This new structural possibility is illustrated based on the two figures.

The figures show:

Fig. 1 cross-section of a mold "from the prior art"

Fig. 2 cross-section of a mold designed in accordance with the invention

Fig. 1 shows by way of example the cross-section through a molded or cast part 1. Arrow 2 designates the entry point of the tempering fluid, arrow 3 the exit point of the same. A total of 8 bores have to be installed to produce the actual tempered channels 4. Apart from the high manufacturing expenses, the disadvantage is the insertion

of plugs 5, the use of which leads to familiar leakage problems, something that is unavoidable due to the expansion and shrinkage of the materials under the influence of the temperature.

Another disadvantage is that the zones 6 especially at risk from heat accumulation cannot be reached to the required extent by the channels 4. Only bores in the tool can remedy this, which is prohibitive for functional and service life reasons.

The embodiment according to the invention is illustrated well in Fig. 2. It is feasible to reach the decisive zones 6, and thus to improve the quality of the parts, while increasing the service life of the tool at the same time. The use of plugs is not required, and the course of the tempered channel 7 may be selected optimally. Also the flow-enhancing course of the tempered channel 7 is especially clear.

Exemplary cross-sections for the course of the tempered channel 7 are illustrated with the reference numerals 8, 9 and 10.

The invention is not limited to the illustrated exemplary embodiment. It rather also comprises all further developments within the framework of the claims. This applies correspondingly to molding models made of organic, inorganic and metallic materials with integrated geometrically diverse tempered bores.

#### Patent Claims

1. Method for determining and producing tempered channels (7) in thermally loaded molds (1) produced using additive manufacturing techniques such as laser sintering, characterized in that in a first theoretical phase the number, course and shape of the tempered channels are determined by means of thermal analysis, that in a second phase the results are converted into CNC data, and that in a third phase the material-additive device is controlled by means of this data.
2. Method according to claim 1, characterized in that the course of the tempered channels (7) in molds (1) may take on any arbitrary shape.
3. Method according to claim 1, characterized in that the cross-section of the tempered channels (7) may be designed in any arbitrary shape.
4. Method according to claims 1 and 3, characterized in that the cross-section of a tempered channel is not constant.

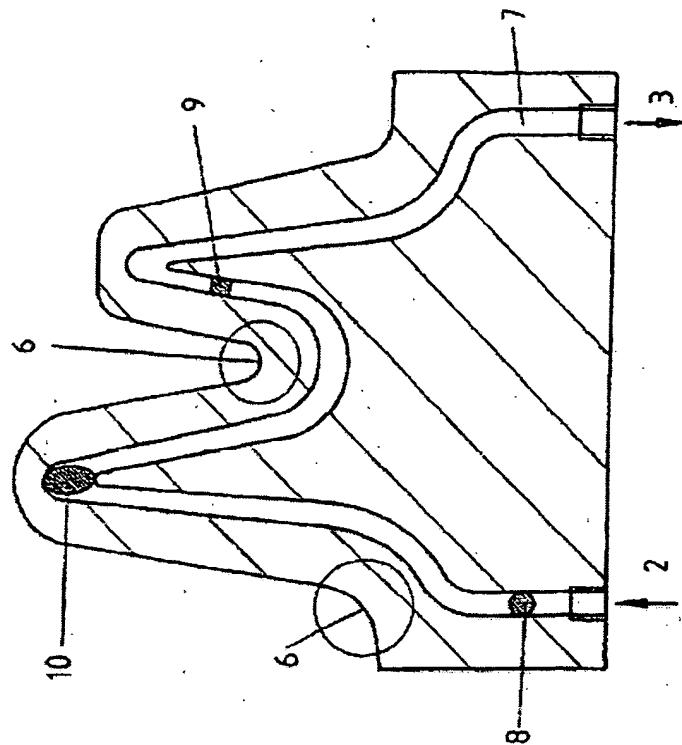


Fig. 2

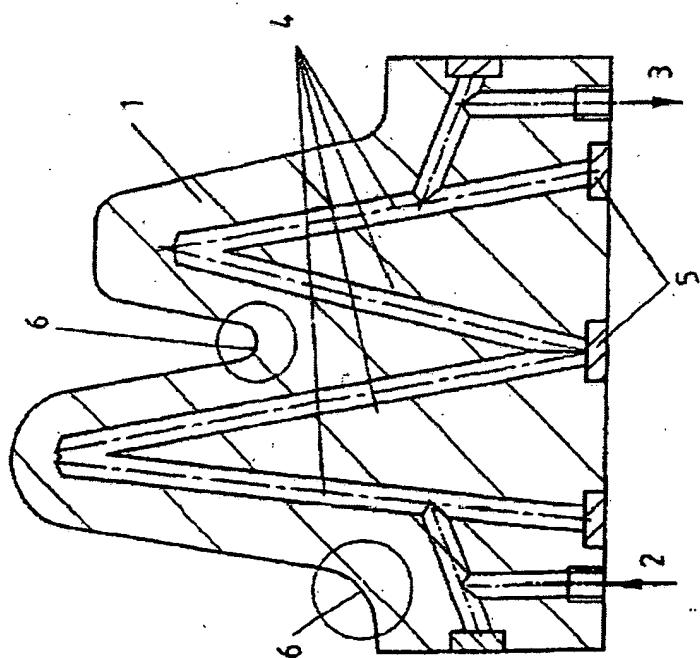


Fig. 1



## TRANSLATOR CERTIFICATION

450 7th Ave | 6th Floor | New York, NY 10123 | Tel 212.643.8800 | Fax 212.643.8005 | [www.mside.com](http://www.mside.com)

Morningside | Translations

I, Kerstin Roland, a translator fluent in the German language, on behalf of Morningside Evaluations and Consulting, do solemnly and sincerely declare that the following is, to the best of my knowledge and belief, a true and correct translation of the document(s) listed below in a form that best reflects the intention and meaning of the original text.

### MORNINGSIDE EVALUATIONS AND CONSULTING

Kerstin Roland

Signature of Translator

Description of Documents Translated:  
DE 199 37 315 A1: Tempering of Molds

Date: September 14, 2005

---



**MOTOROLA INC.**

8182 Motorola Technical Developments  
15(1992)May, Schaumburg, Illinois, US

Technical Developments

Volume 15

May 1992

## RAPID STEREOLITHOGRAPHY MOLDS

by Jim Tobin, Chris Schneider, Bob Pennisi and Steve Hunt

Stereolithography has become widely used on-campus as a means of rapidly producing plastic parts from CAD databases. Often, these parts are used in subsequent operations, one of the most common of which is as a master for making a mold. In such a process, a material like silicone is poured around the plastic part. Upon hardening, the plastic part is removed and the resulting cavity in the silicone is the cavity into which liquid plastic can be poured to produce multiple copies of the original. Although quicker than conventional prototype mold-making operations, this process requires two steps. Further, the mold-making step is considered more of an art than a science. Both of these limitations can be overcome by producing the mold directly using Stereolithography.

The procedure to accomplish this is straightforward—produce a solid CAD model of the part desired from the mold using an advanced CAD tool such as Pro/

Engineer. Then, 'subtract' the solid part from a solid block, the shape of the ultimate mold base, within the CAD tool. This operation results in a solid block with a cavity in the shape of the part to be molded. The final step is to 'cut' the database into two halves, with the 'cut' occurring at the point where the mold parting line is to be. The two halves are then prepared for Stereolithography and built, cleaned and post-processed as any conventional part. Within several hours to a day, the mold is finished.

The mold is then treated with a release agent, much as in conventional injection molding, and a pourable thermosetting resin which does not cause excessive thermal distortion of the mold (urethane and epoxy are examples that also provide adequate mechanical properties) is used to fill the mold. Upon hardening, the cured part is removed and the molding process repeated.